

Аналогичным является окно «Поиск по документу», для ввода используются такие параметры, как «Тип документа», «Изделие», «Год выпуска», «Номер». Поля «Тип документа» и «Изделие» являются обязательными к заполнению.

В окне «Добавление нового документа» администратор системы может добавить новый документ в архив, заполняя поля на форме.

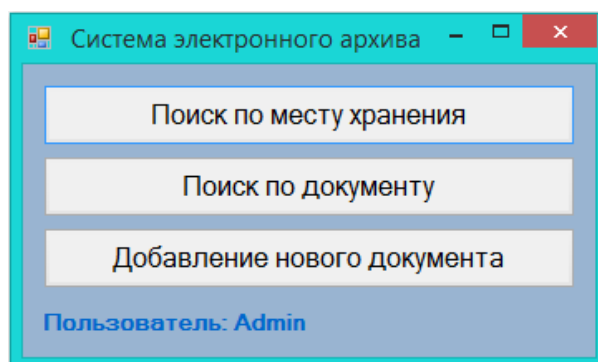


Рис. 3. Главное окно программы

Список использованных источников

1. Основные Правила работы архивов организаций (одобрены решением Коллегии Росархива от 06.02.2002) [Электронный ресурс] // Справочно-правовая система «Консультант плюс». URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=LAW;n=40984> (дата обращения: 29.01.2018).

2. ГОСТ 3.1102–2011 «Единая система технологической документации. Стадии разработки и виды документов. Общие положения».

3. Стиллмен Э., Грин Дж. Изучаем C#. 3-е изд. – СПб.: Питер, 2014. – 816 с.

УДК 669.045

Е. В. Киселев¹, В. С. Кузнецова¹, Е. В. Некрасова², К. Ю. Эйсмонт²

¹ ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия;

² ОАО «Научно-исследовательский институт металлургической теплотехники» (ОАО «ВНИИМТ»), г. Екатеринбург, Россия

РАЗРАБОТКА ИНФОРМАЦИОННО-МОДЕЛИРУЮЩЕЙ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСА РЕГУЛИРУЕМОГО ОХЛАЖДЕНИЯ ТРУБ

Аннотация

В статье представлены результаты разработки нестационарной информационной системы, входящей в состав АРМ технолога и позволяющей рассчитать режим термоупрочнения в спрейерном устройстве для сортамента труб, производимых в линии пильгерстана

ТПЦ-1 Челябинского трубопрокатного завода. Для создания информационной системы использовалась среда разработки Visual Studio, язык программирования C# была использована реляционная система управления базами данных MS Access.

Основной целью разработки информационной системы является проведение модельных расчетов основных параметров при охлаждении трубы через устройство охлаждения.

Разработанное программное средство позволяет повысить качество работы технолога за счет сокращения рисков ошибки при расчете основных параметров процесса ускоренного охлаждения трубы, а также позволит ему ввести корректные исходные данные для эксплуатации спрейерного устройства.

Ключевые слова: база данных, информационная система, ускоренное охлаждение, трубы, расход воды.

Abstract

The article presents the results of the development of a non-stationary information system that is part of the HMI panel of the technologist and permits procedures of thermal hardening in the spraying mode for the assortment of pipes produced in the TPP-1 line of the TPP-1 of the Chelyabinsk Pipe Rolling Plant. The development environment Visual Studio, the C # language and relational database management system MS Access were used to create an information system.

The main purpose of developing the information system is to perform model calculations of the main parameters when cooling the pipe through a cooling spray device.

The developed software allows to improve the quality of the work of a technologist by reducing the risk of error in calculating the main parameters of the process of cooling of the pipe, and also allows him to enter correct initial data for the operation of the sprayer.

Key words: database, information system, cooling process, pipes, water consumption.

Современное металлургическое производство является комплексом связанных между собой отраслей и стадий производственного процесса от добычи сырья до выпуска готовой продукции. Металлургия – важнейшая отрасль промышленности, благодаря которой человечество имеет возможность использовать металл и изменять его свойства в соответствии с потребностями технологии производства. Важны даже незначительные изменения параметров работы оборудования, которые могут привести к получению некачественной продукции.

Работа с информацией тесно связана с риском допущения ошибки из-за человеческого фактора. Вместе с тем, в случае хранения информации на бумажном носителе есть вероятность потери информации невозможных данных. Так же для организованной работы предприятия необходимо компьютеризировать даже самые малые технологические процессы.

Трубопрокатный цех №1 ЧТПЗ производит бесшовные индустриальные трубы на пильгерстане. С целью повысить механические свойства металла в линию термообработки труб планируется поставить спрейерное устройство контролируемого охлаждения. На текущий момент времени разработка УО находится на стадии проектирования, поэтому разработка вспомогательной информационной моделирующей системы в составе АРМ технолога является одной из актуальных на сегодняшний день задач.

Одним из главных требований технологии термоупрочнения является достижение заданной среднemasсовой температуры начала и конца ускоренного охлаждения и скорости ее изменения в процессе охлаждения. Основными пара-

метрами, управляющими изменением температуры проката, являются интенсивность и длительность процесса охлаждения, которые определяются расходами воды на секции и скоростью транспортировки проката через устройство.

В основе математической модели, используемой в информационной системе, лежит решение задачи ускоренного охлаждения нагретой в печи трубы струями воды. Плотность теплового потока, отводимого от одного погонного метра трубы в процессе ее охлаждения, можно рассчитать по уравнению теплового баланса

$$\bar{q} = (c_{н.охл} t_{м.н.охл} - c_{к.охл} t_{м.к.охл}) \frac{m_{тр}}{\tau_{охл} \cdot s_{тр}}, \quad (1)$$

где $c_{н.охл}$, $c_{к.охл}$ – средняя теплоемкость стали при температуре начала и окончания охлаждения, соответственно, $t_{м.н.охл}$, $t_{м.к.охл}$ – среднемассовая температура начала и окончания охлаждения, соответственно, $m_{тр}$ – масса погонного метра трубы, $s_{тр}$ – поверхность трубы, орошаемая водой, $\tau_{охл}$ – время охлаждения.

Исходя из (1) время охлаждения при известном значении плотности теплового потока

$$\tau_{охл} = \frac{(c_{н.охл} t_{м.н.охл} - c_{к.охл} t_{м.к.охл}) \cdot m_{тр}}{\bar{q} \cdot s_{тр}} \quad (2)$$

Чтобы рассчитать время охлаждения трубы по уравнению (2), необходимо знать теплофизические свойства материала трубы, ее геометрические характеристики и плотность отводимого от ее поверхности теплового потока.

По технологии производства труб попадание воды на внутреннюю поверхность трубы недопустимо, поэтому водой орошается только внешняя поверхность трубы, площадь которой рассчитывается по внешнему диаметру.

Плотность теплового потока, отводимого с внешней поверхности трубы, можно рассчитать по зависимости плотности теплового потока от плотности орошения, полученной при охлаждении струями воды проката в устройстве контролируемого охлаждения на стане 5000 ОАО «Северсталь» [1].

$$q = 0,0799 + 0,05398 W_B, \quad (3)$$

где q – плотность теплового потока, МВт/м², W_B – плотность орошения поверхности водой, м³/(м²·час).

Зависимость (3) справедлива только для верхней поверхности листа. Равномерность охлаждения трубы достигается при условии, что снимаемый тепловой поток постоянен по периметру трубы. Поэтому на разноориентированные участки поверхности трубы необходимо подавать разное количество воды, иметь разные плотности орошения.

По зависимости (3) рассчитывается расход воды для 1/6 верхней части поверхности трубы, которую условно можно представить, как плоскую верхнюю поверхность листа. На нижнюю поверхность трубы плотность орошения должна быть в 2 раза выше, чем на верхнюю, на боковые поверхности – в 1,5 раза [2].

Основной целью разработки ИС является проведение с ее помощью модельных расчетов основных параметров процесса охлаждения трубы при проходе ее через устройство охлаждения. На основании этих расчетов технолог определяет

режим термоупрочнения трубы. Для этого ИС содержит элементы математической модели и базу данных теплофизических свойств сталей. Теплофизические свойства сталей углеродистых, низколегированных и хромоникелевых определяются по аналитическим зависимостям, приведенным в [3].

Для разработки ИС была выбрана среда разработки MS Visual Studio 2013 [4] и язык программирования C# [5]. Для работы с базой данных была использована реляционная система управления базами данных MS Access 2013 [6].

Разработанная система выполняет следующие функции.

1. Выбор марки стали по типу стали из базы данных.
2. Ввод пользователем параметров трубы и параметров охлаждения.
3. Просмотр средней теплоемкости при заданной температуре.
4. Расчет плотности орошения, плотности теплового потока, времени охлаждения, скорости транспортировки, общего расхода воды на зоны охлаждения.
5. Создание отчета с исходными данными и результатами расчета.
6. Настройка отчета.
7. Защита от некорректного ввода информации пользователем.
8. Сохранение/Корректировка введенных исходных данных.

При запуске программы появляется главное окно (рисунок 1). Пользователь может выбрать из выпадающего списка тип стали и марку стали. Для проведения расчета пользователю необходимо вручную ввести данные о параметрах охлаждения и параметрах трубы. Результаты расчета выводятся в правом окне ИС. Для удобства пользователя есть возможность посмотреть среднюю теплоемкость стали при заданных температурах.

Рис. 1. Главное окно информационной моделирующей системы

Если скорость транспортировки трубы выходит за допустимые пределы, то задается другая плотность орошения и выбирается другое количество секций охлаждения.

Выводы. Разработанная информационная система, входящая в состав АРМ технолога, позволяет повысить качество работы технолога за счет сокращения рисков ошибки при расчете основных параметров процесса ускоренного охлаждения трубы, а также позволит ему ввести корректные исходные данные для эксплуатации спрейерного устройства.

Список использованных источников

1. Эйсмонтт К.Ю. Разработка и внедрение в производство устройств термоупрочнения проката регулируемым охлаждением на основе анализа процессов теплообмена: автореф. дис. ...канд. тех. Наук: 05.16.01; 05.16.02 / Эйсмонтт Константин Юрьевич. – Екатеринбург: УрФУ, 2011. – 23 с.
2. Захарченко М.В. Разработка и внедрение устройства и технологии ускоренного охлаждения для обеспечения механических свойств металла рельсовых накладок: дис. ... канд. тех. наук: 05.16.02 / М. В. Захарченко. – Екатеринбург: УрФУ, 2014. – 49 с.
3. Маковский А.В. Эмпирические формулы для выражения температурной зависимости теплофизических свойств сталей // Сталь. 1972. №1. С. 87-89.
4. Лабор В.В. Си Шарп: создание приложения для Windows. Минск: Харвест, 2003. – 385 с.
5. Подбельский В.В. Язык С#: базовый курс. – М.: Московский государственный университет им. Н.Э. Баумана, 2011. – 382 с.
6. Введение в системы баз данных / К.Дж. Дейт; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2017. – 1328 с.

УДК 681.2.089

Е. Ю. Котышков, Д. Б. Пономарев

ФГБОУ ВО «Омский государственный технический университет»,
г. Омск, Россия

ПРОТЯЖЕННЫЙ ИНФРАКРАСНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ

Аннотация

В настоящее время актуальной задачей является уменьшение погрешностей при бесконтактном тепловом контроле. В статье предложена модель протяженного инфракрасного излучателя как рабочего средства калибровки при тепловом контроле поверхностей из меди. Излучатель выполнен из двустороннего фольгированного стеклотекстолита размером 5х5 см. Нагревательный элемент выполнен в виде токопроводящей дорожки. Представлена расчетная термограмма теоретической модели излучателя, выполненная в программе ANSYS Workbench. В ходе моделирования определено необходимое и достаточное количество зон нагрева и их размер. Разработана структурная схема системы автоматического регулирования температуры для излучателя. В ходе эксперимента получены опытные данные: распределение температуры реальной модели